

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-327012

(43)Date of publication of application : 10.12.1993

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 04-148836

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.05.1992

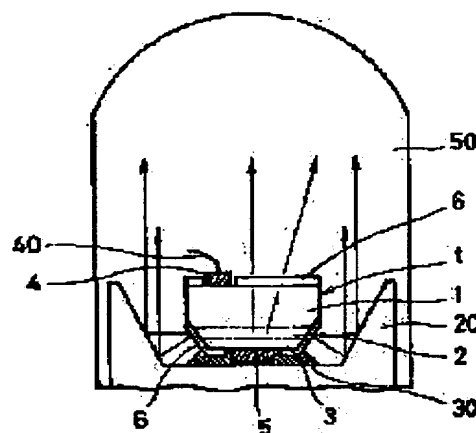
(72)Inventor : OTA KIYOSHI
KANO TAKASHI
KOGA KAZUYUKI
KUNISATO TATSUYA
UEDA YASUHIRO

(54) SILICON CARBIDE LIGHT EMITTING DIODE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a silicon carbide light emitting diode which enables improvement of taking up efficiency of light.

CONSTITUTION: In a silicon carbide light emitting diode wherein a surface, a rear or both sides thereof of a semiconductor chip (t) excepting a formation part of electrodes 4, 5 are covered with a protecting film 6, the film 6 is constituted of an iron oxide film, a tin oxide film and a silicon oxide film formed in this order in the outside.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-327012

(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

A 8934-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-148836

(22)出願日 平成4年(1992)5月15日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地

(72)発明者 太田 潔

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(72)発明者 狩野 隆司

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(72)発明者 古賀 和幸

守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 鳥居 洋

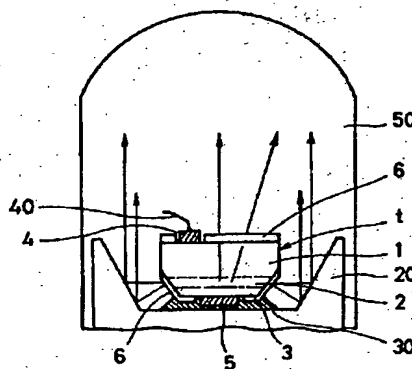
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 炭化ケイ素発光ダイオード

(57)【要約】

【目的】 この発明は、光の取り出し効率を高められるようにした炭化ケイ素発光ダイオードを提供することを目的とする。

【構成】 電極4・5形成部を除く半導体チップtの表面、裏面もしくは表裏両面の部分が保護膜6で覆われた炭化ケイ素発光ダイオードにおいて、上記保護膜6が順に外側に形成された酸化鉄膜、酸化スズ膜及び酸化ケイ素膜からなる構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極形成部を除く半導体チップの表面、裏面もしくは表裏両面の部分が保護膜で覆われた炭化ケイ素発光ダイオードにおいて、上記保護膜が順に外側に形成された酸化鉄膜、酸化スズ膜及び酸化ケイ素膜からなる炭化ケイ素発光ダイオード。

【請求項2】 n形炭化ケイ素基板と、これの裏面に順に形成されたn形エピタキシャル層、p形エピタキシャル層及びp側電極と、n形炭化ケイ素基板の表面に形成されたn側電極とを有する炭化ケイ素発光ダイオードにおいて、n形炭化ケイ素基板がその表面からn形エピタキシャル層の近傍まで凹入する円錐台状の凹部と、該凹部の周面に形成された反射膜とを備えることを特徴とする炭化ケイ素発光ダイオード。

【請求項3】 上記凹部がp側電極に対向して形成され、かつ、その底面がp側電極よりも大面積に形成される請求項2に記載の炭化ケイ素発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、青色発光する炭化ケイ素発光ダイオードに係り、特に光の取り出し効率を高められるようにした炭化ケイ素発光ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、発光ダイオード(LED)は赤から緑色を発光するものであり、青色は発光できないものとされていたが、近年になって、pn接合を安定良く形成できる炭化ケイ素(以下、SiCと記す。)を用いることにより高輝度の青色発光ダイオードが提案されるようになった。

【0003】具体的には、例えば図5に示すように、n形SiC基板11の上にn形エピタキシャル層12とp形エピタキシャル層13とを順に形成し、n形SiC基板11の表面にn側電極14(Au-Ni電極)を、p形エピタキシャル層13の表面にp側電極15(Al-Si電極)を形成した半導体チップt1をカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21にp側を下にして挿入し、例えば銀ペースト(Agペースト)30を用いてダイボンドしている。この後、n側電極5はワイヤ40によって他のフレーム端子とワイヤボンディング接続され、更に、樹脂モールドによって例えばエポキシ樹脂等の樹脂50で包んである。

【0004】また、例えば図6に示すように、n形SiC基板11の上にn形エピタキシャル層12とp形エピタキシャル層13とを順に形成した後、p形エピタキシャル層13からn形SiC基板11にわたってメサエッチングし、更に、例えばSiO₂、Al₂O₃等からなる保護膜16によってp形エピタキシャル層13及びpn接合部を覆った後、p形電極15及びn形電極14を形成した半導体チップt2をカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21にp側を上にして挿入し、例えば銀

ペースト(Agペースト)30を用いてダイボンドしている。この場合には、p側電極15がワイヤ40によって他のフレーム端子にワイヤボンディング接続され、モールドリングによって例えばエポキシ樹脂等の樹脂50で包まれる。

【0005】また、これらのSiC発光ダイオードにおいては、主としてn形エピタキシャル層12で発光が起こり、しかも、電流がほぼp側電極15の在る範囲に集中するため、n形SiC基板11側あるいはp形エピタキシャル層13側から見ると、例えば図7に示すように、ほぼp側電極15と同じ形状及び大きさの発光層17が観察される。

【0006】この発光層17からの発光は、主としてn形SiC基板11(またはp形エピタキシャル層3)を通してそのまま出射されるが、n形SiC基板11からフレーム20の凹部21の周面に射出し、その周面で反射される光と、n形エピタキシャル層12からフレーム20の凹部21の周面に射出し、その周面で反射される光とを取り出すことができる。

【0007】なお、例えば特開昭62-25472号公報に開示するように、p側電極を取り囲むようにp形エピタキシャル層からn形SiC基板内に凹入する環状のV字溝を形成し、pn接合面にはほぼ平行に射出する光をn形SiC基板内に反射させてn形SiC基板の表面側から出射させるものも提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、これらSiC発光ダイオードにおいては、SiC(6H-SiC)の屈折率が2.6~2.7であるのに対して樹脂50を構成するエポキシ樹脂の屈折率は1.5程度、また、保護膜16を構成するSiO₂の屈折率は1.4~1.5程度、Al₂O₃の屈折率は1.6程度である。

【0009】このように、SiCとの屈折率の差が大きい樹脂50や保護膜16がSiCと境界を接している場合には、その境界面で光が反射する臨界角が小さくなって半導体チップt1・t2内に閉じ込められる光量が多くなり、光の取り出し効率が低下するという問題がある。

【0010】本発明の目的は、n形SiC基板11あるいはp形エピタキシャル層13と樹脂50あるいは保護膜16との境界において反射される光を少なくして、光の取り出し効率を高めることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の第1のSiC発光ダイオードは、上記の目的を達成するため、電極形成部を除く半導体チップの表面、裏面もしくは表裏両面の部分が保護膜で覆われたSiC発光ダイオードにおいて、上記保護膜が順に外側に形成された酸化鉄膜、酸化スズ膜及び酸化ケイ素膜で構成される。

【0012】また、本発明の第2のSiC発光ダイオード

ドは、上記の目的を達成するため、n形SiC基板と、これの裏面に順に形成されたn形エピタキシャル層、p形エピタキシャル層及びp側電極と、n形SiC基板の表面に形成されたn側電極とを有するSiC発光ダイオードにおいて、n形SiC基板がその表面からn形エピタキシャル層の近傍まで凹入する円錐台状の凹部と、該凹部の周面に形成された反射膜とを備えることを特徴とする。

【0013】

【作用】本発明の第1のSiC発光ダイオードにおいては、SiCの表面に順に酸化鉄(Fe_2O_3)膜、酸化スズ(SnO_2)膜及び酸化ケイ素(SiO_2)膜が形成される。ここで、SiCの屈折率が2.7であるのに対して、 Fe_2O_3 の屈折率は2.75、 SnO_2 の屈折率は2.1、 SiO_2 の屈折率は1.5、樹脂を形成するエポキシ樹脂の屈折率は1.5である。したがって、屈折率が2.7→2.75→2.1→1.5→1.5と順次徐々に変化し、SiCと酸化鉄膜との境界面、保護膜を形成する各膜の境界面及び保護膜と樹脂との境界面での屈折率の差が小さくなるので、各境界面での反射が起こる臨界角を小さく大きくして内側に閉じ込められる光量を少なくでき、発光層からn形SiC基板を通過して出射する光量を高めることができる。

【0014】また、本発明の第2のSiC発光ダイオードにおいては、n形SiC基板にn形エピタキシャル層の近傍まで凹入する凹部を形成することにより、発光層からn形SiC基板と樹脂あるいは保護膜との境界面までの間隔が狭くなり、n形SiC基板による光の吸収を殆ど受けることなく凹部の底面から出射される。この出射光は分散性があるが、凹面の周面に形成した反射膜で反射させることにより、外部に射出させることができる。

【0015】

【実施例】図1の断面図に示すように、本発明の一実施例に係るSiC発光ダイオードランプは、n形SiC基板1、n形エピタキシャル層2、p形エピタキシャル層3、n側電極4、p形電極5及び保護膜6を有する半導体チップtをp側を下にしてカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21にn側を上にして挿入し、例えば銀ペースト30を用いてダイボンドしている。そして、n側電極4がワイヤ40によって他のフレーム端子にワイヤボンディング接続され、更に、モールドングによって、例えばエポキシ樹脂等の樹脂50で包まれる。上記半導体チップtは例えば図2(A)～(F)に順に示す手順によって形成

【0016】される。

【0017】すなわち、まず、図2(A)に示すように、6H-SiCの結晶型を有するn形SiC基板1の主たる面の上にn形エピタキシャル層2とp形エピタキシャル層3とが常法に従って形成される。

【0018】これらn形エピタキシャル層2とp形エピタキシャル層3の厚さは特に限定されず、ここでは従来例と同様に、n形エピタキシャル層2を2 μm 程度の厚さに、また、p形エピタキシャル層3を1 μm 程度の厚さに形成している。

【0019】この後、図2(B)に示すように、パターンニングされた酸化ケイ素(SiO_2)膜60をマスク剤として塩素(Cl_2)ガス中でのガスエッチングによりメサエッチングを行う。

【0020】メサエッチングの深さは、p形エピタキシャル層3とn形エピタキシャル層2を貫通して、n形SiC基板1をも若干エッチングする深さが好ましく、ここでは、約5 μm の深さのメサエッチングを行った。

【0021】この後、図2(C)に示すように、n形SiC基板1の表面にAu-Niからなるn側電極4を形成するとともに、p形エピタキシャル層3の表面にAl-Siからなるp形電極5が形成される。

【0022】これらの電極4・5の厚さは特に限定されず、ここでは従来例と同様にそれぞれ1 μm 程度の厚さに形成した。

【0023】この後、図2(D)に示すように、p側電極5をフォトリソistパターン70でカバーしてから、p形エピタキシャル層3の表面に Fe_2O_3 膜、 SnO_2 膜及び SiO_2 膜の3層構造の保護膜6を形成する。

【0024】この保護膜6を形成する方法は特に限定されないが、ここでは、薄膜形成方法の中のスパッタリング法によって順に Fe_2O_3 膜、 SnO_2 膜及び SiO_2 膜をそれぞれ30nm、50nm、100nmの厚さに形成する。

【0025】この後、フォトリソistパターン70をリフトオフ法によって除去してp側の保護膜6のパターンニングを完了してから、図2(E)に示すように、同様にしてn側電極4をフォトリソistパターン70でカバーし、n形SiC基板1の表面に保護膜6を形成し、フォトリソistパターン70をリフトオフ法によって除去してn側の保護膜6のパターンニングを完了する。

【0026】最後に、ダイシングによって所定の大きさに裁断することにより図2(F)に示すような上記半導体チップtが得られる。

【0027】このSiC発光ダイオードランプにおいては、主としてn形エピタキシャル層2ではp側電極5に対応する範囲で発光現象が起こり、ここから放射される光は、図1に矢印で示すように、主としてn形SiC基板1及びn側の保護膜6を透過して取り出され、また、n形SiC基板1を透過してフレーム20の凹部21の周面で反射されて取り出され、更にn形エピタキシャル層2を透過してフレーム20の凹部21の周面で反射されて取り出される。

【0028】n形エピタキシャル層2からn形SiC基板1とn側の保護膜6との境界面に進む光のうちの一部

分はその境界面で反射されて半導体チップt内に閉じ込められるが、このSiC発光ダイオードランプにおいては保護膜6がn形SiC基板1側から順にFe₂O₃膜、SnO₂膜及びSiO₂膜が並ぶ3層構造に形成されているので、n形SiC基板1から出射方向への屈折率の変化が2.7→2.75→2.1→1.5→1.5と順次徐々に変化し、n形SiC基板1と酸化鉄膜との境界面、保護膜6を形成する各膜の境界面及び保護膜6と樹脂50との境界面での屈折率の差が小さくなるので、各境界面での反射の臨界角を大きくでき、n形エピタキシャル層2からn形SiC基板1を通して出射する光量を高めることができる。

【0029】上記の一実施例では、半導体チップtがp側を下にしてフレーム20にダイボンドされているが、例えば図3に示すように、半導体チップtがn側を下にしてフレーム20にダイボンドされた場合にも本発明は適用できる。

【0030】図4に示す本発明のまた他の実施例に係るSiC発光ダイオードランプにおいては、この半導体チップtがp側を下にしてカップ状のフレーム20の円錐台形の凹部21にn側を上にして挿入される。そして、この半導体チップtのn形SiC基板1が表面から裏面に向かって円錐台形に凹入する凹部7とその凹部7の周面に形成された反射膜8とを備えている。

【0031】この凹部7はできるだけn形エピタキシャル層2の近くまで深く形成することが好ましく、また、その底面はp側電極5に対向し、この底面の投影内にp側電極5が含まれるように広く形成してある。

【0032】n形SiC基板1に凹部7を形成する方法は特に限定されず、例えばフォトリソグラフィ技術によって形成することができる。すなわち、凹部7に対応する部分以外のn形SiC基板1の表面を例えばSiO₂膜をマスク材として、塩素ガス／酸素ガス／アルゴンガスの混合ガスによって1000℃近辺の温度でガスエッチングする。

【0033】上記反射膜8の形成方法も特に限定されず、例えばアルミニウム等の薄膜を電子ビーム、蒸着等の薄膜形成技術によって形成すればよい。

【0034】このSiC発光ダイオードランプにおいては、主としてn形エピタキシャル層2ではばp側電極5に対応する範囲で発光現象が起り、ここからn形SiC基板1内に放射される光はほとんどn形SiC基板1内で吸収されことなく半導体チップtの外側に出射され、再度n形SiC基板1に入射しようとする光は反射膜8によって反射される。したがって、n形エピタキシャル層2からn形SiC基板1内に放出される光をほとんどn形SiC基板1内で吸収させることなく取り出せることになる。

【0035】また、n形SiC基板1による光の吸収をほとんど考慮せずにすむので、光の吸収が大きくても電

気抵抗値の低いn形SiC基板1を使用できるようになり、消費電力を節約できるようになる。

【0036】この実施例のその他の構成、作用ないし効果は上記の一実施例のそれらと同様であるので、重複を避けるためにこれらの説明は省略する。また、図4において図1に示す各部分に対応する部分にはそれぞれ図1と同じ符号と名称とを付している。

【0037】

【発明の効果】以上のように、本発明の第1のSiC発光ダイオードにおいては、SiCの表面に酸化鉄膜、酸化錫膜及び酸化ケイ素膜の3層構造の保護膜6を形成して、SiCから保護膜の表面に達するまでの間に屈折率を順次徐々に変化させているので、SiCと保護膜との境界面、保護膜内の各層間の境界面、あるいは保護膜とその周囲を包む樹脂との境界面での反射を少なくして半導体チップ内への光の閉じ込めを少なくし、光の取り出し効率を高めることができる。

【0038】また、本発明の第2のSiC発光ダイオードによれば、n形SiC基板をn形エピタキシャル層の近くまで凹入させることにより、n形エピタキシャル層からの発光をほとんどn形SiC基板内に吸収させることなく出射させるとともに、出射させた光が再度n形SiC基板内に入射することを反射膜で防止してn形SiC基板の表面側に反射させるので、取り出し効率を高めることができる。

【0039】更に、本発明の第2のSiC発光ダイオードによれば、n形SiC基板1による光の吸収をほとんど考慮せずにすむので、光の吸収が大きくても電気抵抗値の低いn形SiC基板を使用できるようになり、消費電力を節約できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の断面図である。

【図2】本発明の半導体チップの製造方法のフロー図である

【図3】本発明の他の実施例の断面図である。

【図4】本発明のまた他の実施例の断面図である。

【図5】従来例の断面図である。

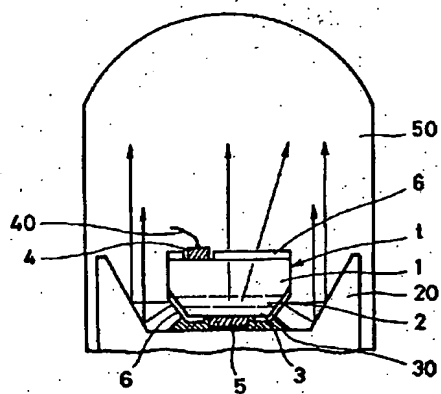
【図6】他の従来例の断面図である。

【図7】他の従来例の平面図である。

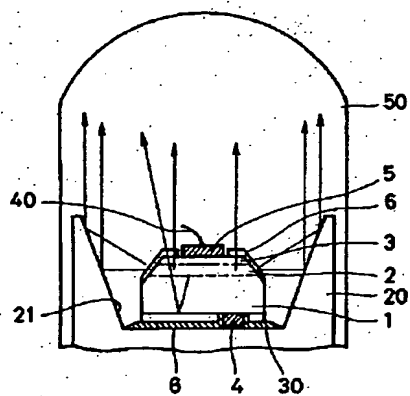
【符号の説明】

- 1 n形SiC基板
- 2 n形エピタキシャル層
- 3 p形エピタキシャル層
- 4 n側電極
- 5 p側電極
- 6 保護膜
- 7 凹部
- 8 反射膜
- t 半導体チップ

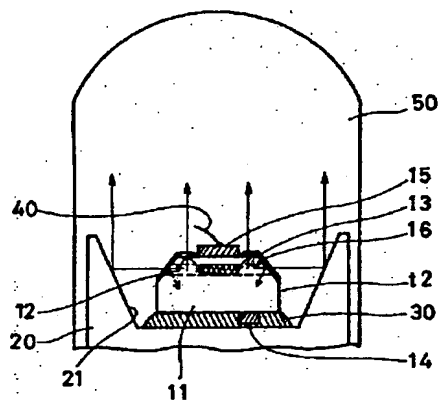
【図1】



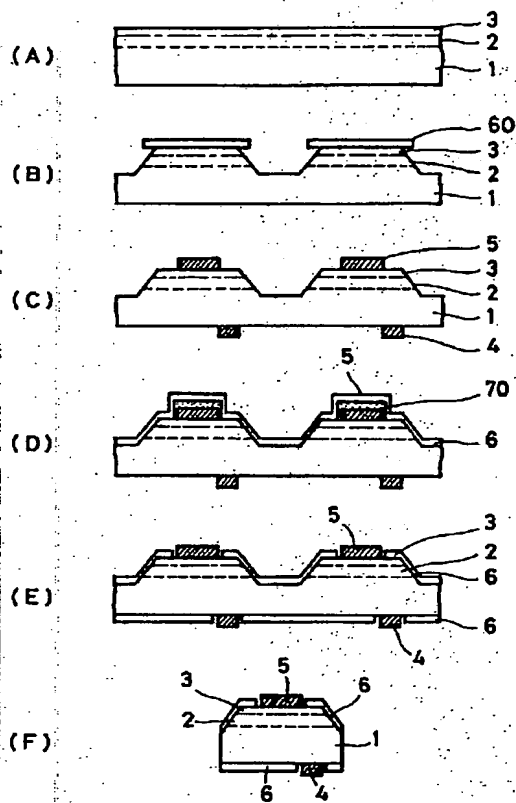
【図3】



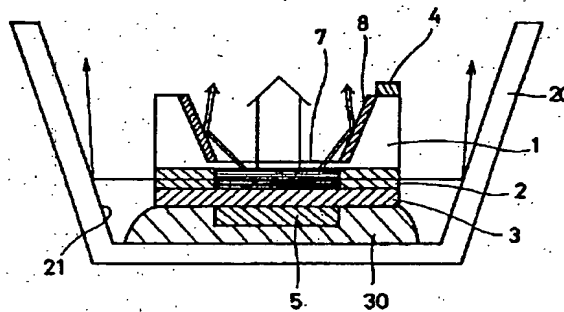
【図6】



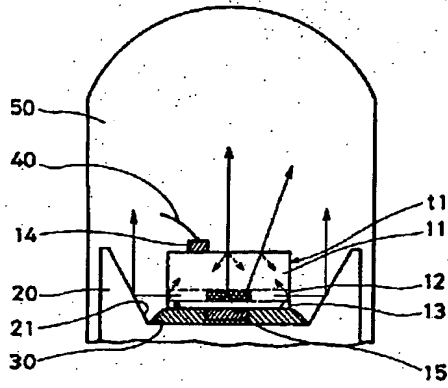
【図2】



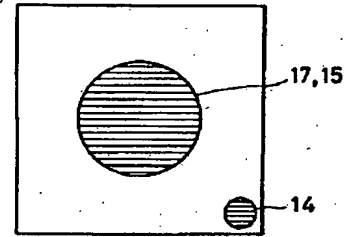
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 國里 竜也
 守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株
 式会社内

(72)発明者 上田 康博
 守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株
 式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.